

高等教育省域时空分布差异性研究

刘家保, 郑倩

(安徽建筑大学 数理学院, 安徽 合肥 230601)

摘要:近年来, 中国高等教育规模快速扩张, 高等教育区域发展不均衡现象也愈加突出。基于中国 30 个省域(不包括海南)2000–2019 年的面板数据, 采用空间计量方法对中国高等学校数、在校学生数和专任教师数三项指标的省域时空分布规律及其差异性进行研究。研究结果表明: 中国各省域高等学校数、在校学生数和专任教师数均存在明显的空间集聚性; 在探索期内, 前 10 年省域间高等教育空间集聚特征不断加大, 后 10 年集聚特征有所减小; 高等教育规模分布出现明显的东强西弱态势, 且东部沿海及中部少数发达省域高等教育发展迅速, 西部的四川省出现罕见的“发展极”现象。

关键词:高等教育; 空间计量; Moran's I; 差异性

中图分类号:F064.1

文献标识码:A

文章编号:2095-8382(2022)02-078-05

Research on Spatial Temporal Distribution Differences of Higher Education among Chinese Provinces

LIU Jiabao, ZHENG Qian

(School of Mathematics and Physics, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China)

Abstract: In recent years, the higher education in China has been developing rapidly, while the uneven regional development has become more conspicuous. Based on the panel data of 30 provinces in China (excluding Hainan Province) from 2000 to 2019, the spatial econometrics method was used to study the provincial temporal and spatial distribution and differences with three indexes: numbers of higher education institutions, students and full-time teachers in China. The results show that there are obvious spatial agglomeration in the three indexes. The spatial agglomeration of the higher education among provinces has been increasing in the first 10 years and decreasing in the second 10 years during the exploration period. The scale of higher education is obviously larger in the east and smaller in the west, and the eastern coastal areas and a few developed provinces in central China have seen rapid development in particular. Besides, Sichuan Province in the west has a rare development pole.

Keywords: higher education; spatial econometric; Moran's I; differences

知识经济和经济全球化时代,高等教育在时代发展中扮演着不可忽视的重要角色。高等教育不断向社会发展输出必要的高层次人才和科技资源,是区域前进的重要依靠和动力源泉。美、法及欧洲

众多发达的资本主义国家^[1]都曾因在工业化进程中对具备高素质劳动力的需求增加^[2]而先后出现高等教育规模的快速扩张,由此产生的高等教育发展区域不平衡问题一度成为众多学者关注的焦点。

收稿日期: 2021-07-08

基金项目: 安徽省自然科学基金项目(2008085J01); 安徽建筑大学引进人才及博士启动基金项目(2016QD16)

作者简介: 刘家保(1982-), 男, 教授, 博士, 主要研究方向: 图论及其应用;

郑倩(1996-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 大数据及其应用。

研究发现,高等教育资源空间分布格局将对区域社会发展^[3]及经济进步^[4]产生很大影响,因此,近年来关于高等教育资源空间分布规模和差异的研究不断升温。

众多国内学者根据不同的研究区域范围、观察角度及评价指标,对我国高等教育空间分布问题进行了丰富的探讨。赵军和贾晶晶^[5]运用GIS方法分析了我国高等教育发展水平的空间异质性,发现我国高等教育总体呈现东高西低的分布特点,提出为促进教育均衡应提高经济发展水平;胡宇^[6]采用SPSS因子分析方法研究了我国31个省份的高等教育发展水平差异,根据不同因子的分析结果提出相应的政策建议;李德显等^[7]采用PLS结构方程研究我国高等教育的分布情况,得出的结论是我国高等教育呈现“东高西低”的不均衡态势;张志远等^[8]基于2018年教育统计数据研究了我国高等教育发展水平,认为我国高等教育发展水平具有东部牵头、中部直追以及西部后劲不足的态势。还有许多有关中国高等教育分布的研究,在此不一一赘述^[9-12]。

根据已有的研究结果,可以看出过去有关高等教育空间分布的研究方法多样,成果丰硕。但值得注意的是上述学者多以截面数据或较短时间序列为基础,且研究结论均无法反映中国高等教育空间分布差异的演变过程。鉴于此,本文选取2000-2019年面板数据,创新使用Python3.8和Stata15.1编程软件探究20年来中国高等学校数、在校学生数和专任教师数发展的时空分布规律。先从时序角度对2000-2019年间中国各省域高等教育的高等学校数、在校学生数和专任教师数发展的动态演化趋势进行分析,再从空间角度深入探究高等教育省域空间分布的差异特征,为我国高等教育健康协调发展提供新思路。

1 数据来源与方法简介

1.1 数据来源

文章选取2000-2019年中国各省市高等学校数、在校学生数以及专任教师数作为衡量高等教育资源分布的重要指标,共选择全国30个省域(不包括海南)作为数据样本空间,相关数据均来自《中国统计年鉴》。本文首先计算全局Moran's I指

数,以判断我国高等教育整体上是否存在空间相关关系,再运用局部Moran's I指数进一步考察各省市高等教育发展的局部空间相关性及省域间空间分布差异,并结合使用Python3.8和Stata15.1软件计算本文模型。

1.2 方法简介

1.2.1 全局空间自相关方法

全局空间自相关一般用全局Moran's I指数测量,且全局Moran's I的值落在区间 $[-1, 1]$ 上^[13]。Moran's I越接近1,表示正相关性越高,空间上表现为相似值高-高(H-H)或者低-低(L-L)的空间集聚;Moran's I越接近-1则说明负相关性越高;当Moran's I为0时,表明所研究的各省域变量彼此独立分布,不存在空间相关性。此外,常用标准化正态统计量检验空间相关性的显著性水平,如果值大于正态分布函数在5%和1%置信水平上的临界值,表明各指标变量通过显著性检验^[14]。根据Cliff和Ord所给出的全局Moran's I指数的计算公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (1)$$

式(1)中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$, $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$ 。 W_{ij} ($i, j = 0, 1, 2, \dots, n$)是基于邻近概念的空间权重矩阵,主要目的是定义空间对象的邻接关系。 W_{ij} 的测量指标为:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if 省域 } i \text{ 与省域 } j \text{ 相邻} \\ 0, & \text{if 省域 } i \text{ 与省域 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (2)$$

在计算全局Moran's I指数之后,常用标准化正态统计量 $Z(I)$ 检验空间相关性的显著性水平。检验的标准化形式是:

$$Z(I) = \frac{I - E_N(I)}{\sqrt{VAR(I)}} \quad (3)$$

式(3)中对应的 $E_N(I)$ 、 $VAR(I)$ 分别为:

$$E_N(I) = -\frac{1}{n-1}$$

$$VAR(I) = \frac{1}{w_0^2(n^2-1)}(n^2 w_1 - n w_2 + 3 w_0^2) - E_N^2(I)$$

1.2.2 局部空间自相关方法

已知全局空间自相关用于验证研究对象的整体空间相关性,但它不能解释研究对象的局部空间相关效应。为了进一步探索省级高等教育发展的时空演变趋势,本文引入局部空间自相关指数 LISA 指数和 Moran 散点图进行详细分析。

(1) LISA 指数

LISA 指数即局部空间自相关指标(Local Indication of Spatial Association)。用于具体识别某省域与其周边省域的空间差异程度以及差异的显著性。本文中 LISA 指数同样使用 Python3.8 软件计算,并以 LISA 聚类地图的形式展现,此处 LISA 指数计算公式为:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x}) \tag{4}$$

(2) Moran 散点图

Moran 散点图是位于 XY 平面上的二维平面图,X轴和Y轴把整个图形均匀划分成四个象限^[15]。使用 Moran 散点图能够直观判断省际高等教育活动程度的高低关系,具体来说,图中横坐标的正负对应的是我国各省域自身高等教育发展水平高低,纵坐标对应的是其周边省域的高等教育发展水平高低。

2 全局空间自相关分析

通过运用公式(1)可以计算出 2000-2019 年我国高等学校数、在校学生数和专任教师数的 Moran's I 值。并与临界值比较,得出其显著性水平,见表 1。其中高等学校数空间自相关系数均通过 1% 显著性水平检验,表明高等学校数这一指标存在显著的正向空间自相关。同样,在所研究的时间段内在校学生数和专任教师数除少数年份通过 5% 的显著性检验外,其余年份均通过 1% 的显著性检验,说明在校学生数和专任教师数指标同样具有空间集聚性。

从时序上分析,根据表 1 可以清晰看出高等学校数、在校学生数以及专任教师数等三项指标随年份变化波动,整体呈现先上升后下降的趋势(大致呈现前 10 年逐步增长,后 10 年有所下降),说明中国高等教育存在显著的空间正相关性,且在前 10 年随着我国大力支持教育产业发展,高等教育

集聚特征也表现明显;而后 10 年三项指标的空间自相关系数都有所下降,可能是由于国家在探索期内采取的各项关于扶持西部教育的政策措施卓见成效。此外,比较 2000 年与 2019 年数据,可见中国高等教育三项指标的全局 Moran's I 指数均有增长,表明高等教育空间集聚现象加剧,且在 2000-2019 年间,我国各省域间高等教育相互促进,实现了良好发展。

表 1 中国高等学校数 (ns)、在校学生数 (se) 及专任教师数 (ftt) 的 Moran's I 指数及 Z 检验

Year	ns		se		ftt	
	Moran's I	Z(I)	Moran's I	Z(I)	Moran's I	Z(I)
2000	0.264***	2.591	0.25**	2.468	0.206**	2.084
2001	0.327***	3.13	0.252**	2.487	0.246**	2.434
2002	0.374***	3.545	0.281***	2.736	0.231**	2.298
2003	0.384***	3.626	0.292***	2.828	0.227**	2.269
2004	0.403***	3.795	0.281***	2.736	0.264***	2.59
2005	0.365***	3.64	0.301***	2.909	0.272***	2.653
2006	0.353***	3.36	0.305***	2.994	0.272***	2.659
2007	0.36***	3.42	0.301***	2.911	0.278***	2.706
2008	0.371***	3.512	0.298***	2.885	0.282***	2.741
2009	0.379***	3.586	0.298***	2.882	0.285***	2.733
2010	0.389***	3.671	0.3***	2.904	0.285***	2.774
2011	0.395***	3.721	0.296***	2.865	0.285***	2.765
2012	0.387***	3.655	0.286***	2.78	0.27***	2.644
2013	0.384***	3.626	0.281***	2.735	0.263***	2.58
2014	0.372***	3.326	0.282***	2.742	0.255**	2.512
2015	0.365***	3.46	0.288***	2.799	0.253**	2.489
2016	0.349***	3.327	0.288***	2.799	0.25**	2.466
2017	0.354***	3.368	0.281***	2.732	0.264***	2.589
2018	0.328***	3.146	0.272***	2.66	0.262***	2.567
2019	0.309***	2.976	0.278***	2.706	0.267***	2.611

注:***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。

3 局部空间自相关分析

3.1 LISA 聚类地图

由上述分析知,从整体上来看,中国高等教育资源具有正向空间相关关系,且随着年份增长,空间正相关关系变得显著。然而,全局 Moran's I 指数不足以反映局部省域的空间关联。为此,还需要对中国高等教育资源进行局部空间自相关分析,本文首先利用 Python3.8 软件计算衡量高等教育资源空间分布的三项重要指标的 LISA 指数,并在 LISA

聚类地图上反映出来,如图2和图3所示。

在LISA地图上颜色最深的红色区域表示的是L-L区,局部莫兰指数在0.5-1之间;橙黄色区域表示的是H-H区域,局部Moran's I取值在0-0.5之间;黄绿色区域表示的L-H区,局部Moran's I取值在-0.5-0之间,蓝色区域表示的是H-L区域,局部Moran's I取值在-1--0.5之间。从图2可知,在高等学校数上,2000年,中国高等学校数的H-H区重点分布在东部沿海的江苏、山东和中部的安徽、河南等地,L-L区集中分布在西北的新疆、西藏、青海、甘肃等地;从在校学生数来看,H-H区分布在东部沿海的江苏、上海、浙江及中部的安徽、湖北和湖南等地,L-L区分布与高等学校数分布一致。高校专任教师数的H-H区分布在东部的河北、山东、河南等地,L-L区仍分布在西北的青海、甘肃和西藏等地。由图3可知,对比2000年高等学校数、在校学生数及专任教师数的LISA聚类地图,可见2019年各指标空间分布虽有轻微变化,但整体空间分布结构变化不明显。高等学校数、在校学生数和专任教师数的H-H区在东部沿海地区有所增加,L-L区仍集中分布在西北。其他区域变化较小,仅有H-L区四川显现的高等教育优越性更加显著。

从2000年和2019年的LISA地图可以看出,

中国高等学校数、在校学生数和专任教师数量的空间分布并非无序,三者在地域空间上的分布相似。高值集中区主要在东部沿海地区,低值集中区主要在西北地区。可以看出,随着时间的推移,集聚现象越来越明显。值得注意的是,观察期内高等教育资源三个指标的H-L区域均为四川,四川省呈现出“发展极”模式,特点是四川自身高等教育发展水平较高,但邻近地区高等教育发展落后,且四川对周边地区的空间溢出效应为负,导致周边省域高等教育资源越发匮乏。此外,中国高等学校数、在校学生数和专任教师数发展空间上分布的相似性,一方面意味着三者之间有着必然的联系,另一方面也证实了中国高等教育资源发展的空间相关性。

3.2 Moran 散点图

由于高校在校学生规模相较于高等学校数和专任教师数更能客观反映各省域高等教育发展规模空间差异,故仅选取2000年和2019年中国高校在校学生数并结合使用Stata15.1软件来刻画Moran散点图,见图3和图4。

由图3可知,2000年我国共有17个省域单元落在第一、三象限,占总体省域的56.7%;由图4可知,2019年我国共有21个省域单元落在第一、三象限,占总体省域比例高达70%。说明从整体上看,我国大部分省份都位于第一象限和第三象限,



图1 2000年中国高等学校数(左)、在校学生数(中)、专任教师数(右)



图2 2019年中国高等学校数(左)、在校学生数(中)、专任教师数(右)

呈现出了高-高(H-H)集聚和低-低(L-L)集聚的空间特征,有效证明了我国众多省域高等教育发展呈现出空间集群效应。同时,与 2000 相比,2019 年分布于第一、三象限的省域明显增加,说明随着时间的推移,我国省域高等教育空间集群效应有所加强。

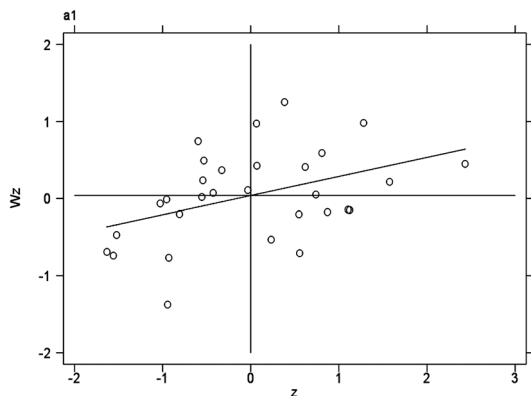


图 3 2000 年在校学生数莫兰散点图

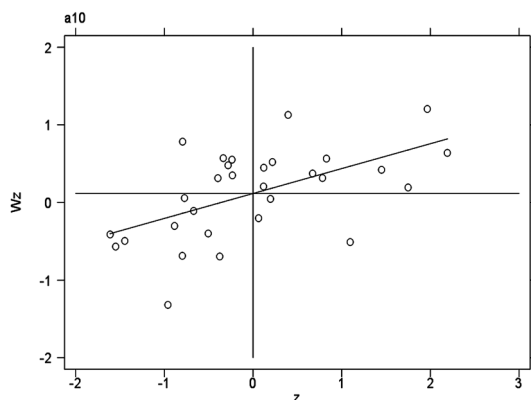


图 4 2019 年在校学生数莫兰散点图

4 总结与建议

本文主要运用空间计量方法,以 2000-2019 年中国高等学校数、在校学生数和专任教师数为指标,深入探究了中国高等教育的省域分布格局。首先使用 Python3.8 软件计算全局 Moran's I 指数,考察了中国省域高等教育资源发展的整体空间分布情况;其次选取 2000 年和 2019 年两个时间节点,结合 Python3.8 和 Stata15.1 软件分别绘制 LISA 聚类图和 Moran 散点图,揭示各省域高等教育资源的时空分布格局。通过比较两个时间点,探讨了研究期内中国高等学校数、在校学生数和专任教师数的时空发展关系和动态演变趋势,得出以下结论:

(1) 本文从学校规模、学生数量和师资力量三个方面分别选取了高等学校数、在校学生数和专任教师数作为代表性指标进行空间相关性研究,得出三项指标在 2000—2019 年探索期间均表现出空间正自相关关系,且随着年份的变化波动。但整体上呈现前 10 年逐渐增长、后 10 年逐步下降的趋势。结合时序分析和空间分析,得出我国高等教育存在空间集群现象且相较于 2000 年集聚现象明显增强的结论。

(2) 根据 LISA 地图的对比分析可知,2000-2019 年,中国高等教育资源高值集中区主要在东部沿海及中部部分地区,低值集中区主要在西北地区,东西部高等教育空间差异性突出。随着时间的推移,集聚现象越来越明显。值得关注的是,考察期内高等教育资源三项指标的 H-L 区均是四川省,四川省域呈现出“发展极”模式,说明四川的高等教育资源相比周边邻近地区更具优势。

(3) 根据 Moran 散点图可以得出,2000-2019 年中国高等教育分布呈现出明显的空间集群性特点,且随着时间的推移,2019 年落在第一、三象限省域数量大幅度增加,说明我国高等教育空间集群特征愈加明显。中国高等教育发展存在着明显的空间溢出效应,各省域高等教育分布想要摆脱当前状态相对困难。

综上所述,中国高等教育分布整体上表现出明显的空间正相关性,但省域间高等教育发展的局部差异性明显的问题值得关注。实现高等教育的均衡发展不仅仅关系到我国教育行业的发展前景,更关乎中国各省域经济、文化、科技等众多方面的进步。因此,研究中国高等教育省域分布特征,为中国高等教育未来发展提供有价值的政策建议非常重要。根据以上结论,本文提出以下几点建议:

(1) 发挥政府作用,优化师资队伍。在学校建设方面,国家和政府不仅要关注对东中部发达地区一流高校的投资,更要注重对西部高等教育资源匮乏省域高校建设的扶持,通过扩大学校规模、增加办学设备资产来促进教育的发展;在师资方面,要加大对西部教育发展落后地区内部教师队伍的投资建设,提升高校教师科研水平,同时优化省级高等教育结构,推动中国高等教育的大发展。

(下转第 89 页)

2021,135:110111.

- [9] 胡文发,孔德龙,何新华.基于BP-WINGS的绿色建筑发展影响因素分析[J].软科学,2020,34(3):75-81.
- [10] 黄欣茹.可持续发展背景下城市绿色建筑发展影响因素研究[D].深圳:深圳大学,2016.
- [11] 张沈生,刘春雪,周华.基于模糊聚类的绿色建筑发展影响因素分析——以沈阳市为例[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2016,18(2):162-168.
- [12] 杨文安,汤强.基于ISM的绿色建筑增量成本影响因素研究[J].工程管理学报,2020,34(3):120-124.
- [13] 黄水燕.基于AHP-熵权法的绿色建筑技术经济性评价研究[D].赣州:江西理工大学,2017.

- [14] 马敏庄.绿色建筑项目风险因素的识别与评价研究[D].南昌:华东交通大学,2017.
- [15] 黄梯云.管理信息系统[M].北京:电子工业出版社,1995.
- [16] 朱蕾,陈静怡,袁竞峰.基于ISM的装配式建筑供应链韧性关键影响因素研究[J].土木工程与管理学报,2020,37(5):108-114.
- [17] 郝晨宇.政策工具对绿色建筑开发意愿的影响研究[D].西安:西安建筑科技大学,2017.
- [18] 郑晓云,杨婷.绿色建筑增量成本全过程控制研究[J].工程管理学报,2014,28(5):12-16.

(上接第82页)

(2) 各省域努力发挥自身优势,实现“因地制宜”。各省相关高等教育机构在发展时要结合自身地区差异,依托区域特色整改。例如,通过大力发展特色专业和优势专业吸引优秀学生就读。学生涌入意味着人才流进,对高等教育的发展具有重要推进作用,还要努力发挥区域高等教育环境优势,实现“因地制宜”的教育大发展。

(3) 充分考虑高等教育空间溢出效应,制定区域协同发展策略,实现教育均衡化发展。例如,四川的高等教育资源相比周边邻近地区更具优势,周边省市要学习四川高等教育高效发展的经验。与此同时,四川也要积极发挥其空间溢出效应,发挥“领头羊”作用,形成以四川为主导的西南高等教育集群。

参考文献:

- [1] Walters P B.Occupational and labor market effects on secondary and postsecondary educational expansion in the United States:1922 to 1979[J].American Sociological Review,1984,49(5):659.
- [2] Robinson R,Ralph J.Technical change and the expansion of schooling in the United States,1890-1970[J].Sociology of Education,1984,57(3):134.
- [3] 周金燕,钟宇平.教育对中国收入不平等变迁的作用:1991—2006[J].北京大学教育评论,2010,8(4):106-119,190.
- [4] Sterlacchini A.R&D,higher education and regional growth:

uneven linkages among European regions[J].Research Policy,2008,37(6/7):1096-1107.

- [5] 赵军,贾晶晶.我国高等教育发展水平的空间分异及解析[J].现代教育管理,2019(5):64-70.
- [6] 胡宇.高等教育发展水平区域差异实证研究——基于SPSS因子分析[J].江苏高教,2019(6):78-82.
- [7] 李德显,房磊,苏若菊.我国高等教育综合发展水平及均衡程度测评研究——基于PLS结构方程模型的分析[J].现代教育管理,2021(4):61-74.
- [8] 张志远,胡姝.我国高等教育发展水平省际差异研究——基于2018年教育统计数据的数据分析[J].山东高等教育,2021,9(2):38-46.
- [9] 何悦.高等教育与区域经济耦合协调水平评价及区域差异分析——基于我国31个省市的数据[J].湖北科技学院学报,2021,41(2):20-26.
- [10] 张文,梅俊,王露露.我国高等教育公共投资绩效区域差异及影响因素分析[J].黑龙江高教研究,2021,39(1):66-72.
- [11] 马明宇,陈政洋,寇本聪,等.我国高等教育水平区域差异分析[J].合作经济与科技,2020(3):170-171.
- [12] 冯雨婷.省域尺度下我国高等教育的区域差异研究[D].大连:东北财经大学,2019.
- [13] 曹泽,沈蓉,许银汝.区域房地产行业发展空间溢出效应研究[J].安徽建筑大学学报,2020,28(04):52-56+80.
- [14] 李秋雨,朱麟奇,刘继生.基于空间计量模型的中国旅游业发展与经济增长关系研究[J].西安财经学院学报,2017,30(2):90-97.
- [15] 郑佳纯.空间视角下的我国高等教育省域差异研究——基于空间统计学的研究方法[J].当代经济,2020(7):120-122.